

*В. С. Куликова, П. Ю. Марина, А. И. Вальцева*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

[valya22000@mail.ru](mailto:valya22000@mail.ru)

## ОСОБЕННОСТИ ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОССИИ И ЕЕ ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

*В работе рассмотрена объединенная электроэнергетическая система России, обозначены основные особенности системы и ее проблемы. Также изложены основные мероприятия, необходимые для сокращения потерь при передаче энергии.*

Ключевые слова: *электроэнергетические сети; генерация; потери.*

*V. S. Kulikova, P. Yu. Marina, A. I. Valtseva*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## FEATURES OF THE UNIFIED ENERGY SYSTEM OF RUSSIA AND ITS MAIN PROBLEMS

*The work considers the united electric power system of Russia, outlines the main features of the system and its problems. The main measures necessary to reduce losses during energy transmission are also outlined.*

Keywords: *electric power networks; generation; losses.*

В Европе существует два крупных энергообъединения – ENTSO-E и ЕЭС/ОЭС Восточная. В состав ENTSO-E входит Северная NORDEL и Западная UCTE, а под ЕЭС/ОЭС понимается ЕЭС России в совокупности с энергосистемами стран СНГ, Балтии и Монголии. Единая энергетическая система России по своим количественным и качественным характеристикам представляет собой одно из крупнейших и уникальных энергообъединений, созданных в мировой электроэнергетике. Управление таким объединением – очень сложная инженерная задача.

Развитие Единой энергетической системы происходило путем поэтапного объединения и организации параллельной работы региональных энергетических систем, создания межрегиональных объединенных энергосистем (ОЭС). Данный переход обеспечил возможность наиболее рационального использования энергетических ресурсов. ЕЭС России является электроснабжением отрасли экономики и населения Российской Федерации, а также поставляет электроэнергию в энергосистемы зарубежных государств.

Важной особенностью электрической сети ЕЭС России является большое количество протяженных ЛЭП напряжением 220, 330, 500 и 750 кВ, в ряде случаев имеющих недостаточную пропускную способность. Стабильная работа энергосистемы, имеющей «слабые» межсистемные связи в некоторых районах, требует широкого применения систем противоаварийной и режимной автоматики под управлением оперативно-диспетчерского управления в лице Системного оператора.

В данное управление входит 7 объединенных энергетических систем: Востока, Сибири, Урала, Средней Волги, Юга, Центра и Северо-Запада и энергосистем, расположенных на территории 81 субъекта Российской Федерации. Управление осуществляют филиалы АО «СО ЕЭС», в которые входят объединенные и региональные диспетчерские управления соответственно.

Территории ЕЭС России располагается в 8 часовых поясах с общей площадью 21 тыс. кв. км.

Климатические условия и наличие в стране разведанных природных запасов топлива, необходимых для тепловой генерации, повлияли на развитие тепловых электростанций (ТЭС). Многие ТЭС являются теплоэлектроцентралями, обеспечивающими потребителей централизованным теплоснабжением. Атомные электростанции, имеют более низкую себестоимость вырабатываемой электроэнергии, поэтому их не так много. Однако в последние года, согласно стратегии развития электроэнергетики, наблюдается их рост.

В ЕЭС России используется гидрогенерация для обеспечения функционирования системы автоматического регулирования частоты

и перетоков мощности, необходимой для постоянного поддержания баланса производства и потребления электроэнергии.

В электроэнергетический комплекс ЕЭС России входит 805 электростанций мощностью свыше 5 МВт. Соответственно, не бывает без серьезных проблем в такой глобальной системе. Проанализировав, можно выделить несколько из них.

Во-первых, это территориальная расположенность электроэнергетических комплексов, связанная со слабостью межсистемных связей, что затрудняет функционирование ЕЭС. Наглядно видно на примере управления режимом ОЭС Юга, где приходится учитывать исторически сложившуюся схему электрических сетей номиналом 330–500 кВ, которая протянулась с северо-запада на юго-восток вдоль Кавказского хребта по районам с интенсивным гололедообразованием и неравномерностью стока рек Северного Кавказа. Управление режимом ОЭС Сибири осложняют естественные колебания годового стока рек Ангаро-Енисейского бассейна, а также тот факт, что водность рек – стихийное природное явление, которое сложно прогнозировать [1].

Во-вторых, синхронная связь не установлена с ОЭС Дальнего Востока и ряд крупных регионов или их частей – Камчатка, Магадан, Сахалин, Таймыр, Чукотка, Якутия. Энергосистема Калининградской области, в силу анклавного характера региона, находится в зоне синхронной работы ЕЭС, но межсистемные электрические связи замкнуты на энергосистему Литвы, входящую в ОЭС Балтии.

В-третьих, высокий уровень потерь в электрических сетях. Данные потери разделяются технологическими потребностями процесса передачи электроэнергии по сетям и инструментального учета ее поступления и отпуска, при этом, не стоит забывать о расходе электроэнергии на собственные нужды подстанций, необходимые для обеспечения работы технологического оборудования и жизнедеятельности обслуживающего персонала. Существует и еще одна особенность, связанная с «человеческим фактором», которая включает в себя все его проявления, обусловленные хищениями электроэнергии.

Самое главное, в-четвертых, очень большой процент износа основного оборудования электрических сетей и станций. В частности, доля распределительных электрических сетей, выработавших свой нормативный срок, составляет около 50 %. Семь процентов электрических сетей выработало 2 нормативных срока. Общий износ распределительных сетей достигает 70 %, магистральных сетей – 50 %, в то время как износ электросетевых активов в промышленно развитых странах составляет 27–44 % [2].

Учитывая масштабность задач, стоящих перед электроэнергетикой, долговременным направлением технической политики в отрасли должен стать системный подход для комплексного решения проблем по всем показателям повышения ее технического уровня. Снижение потерь электроэнергии при передаче и распределении является актуальной задачей энергоснабжающих организаций. Для минимизации потерь необходимо рационально построить работу электрической сети, при этом особое внимание должно быть уделено правильному определению точек деления в замкнутых сетях, экономичному распределению активных и реактивных мощностей, внедрению замкнутых и полужамкнутых схем сети. При выявлении отклонений от рационального построения и оптимального режима эксплуатации своевременно осуществляются мероприятия по снижению потерь энергии.

Типовой перечень мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях достаточно хорошо известен и включен в отраслевую инструкцию [3].

Как показывают расчеты, основной эффект в снижении технических потерь электроэнергии может быть получен за счет технического перевооружения, реконструкции, повышения пропускной способности и надежности работы электрических сетей, сбалансированности их режимов, т. е. строительства новых генерирующих мощностей. Все это изложено в Основных положениях проекта Энергетической стратегии России до 2035 года, опубликованных Минэнерго [4].

Устранить потери электроэнергии по линиям электропередач можно разными способами в зависимости от рода проблемы. При обледенении проводов, с этим справляются с помощью разогрева линий электропередач токами высокой частоты. Погасить высокочастотные колебания, возникающие вследствие воздействия ветра, удастся за счет установки устройства гасителя вибрации, который имеет вид тросика с двумя грузиками. Погасить низкочастотные колебания можно за счет установки межфазных распорок между соседними проводами, при наличии распорки провода будут взаимно гасить свои колебания [5].

Непрерывное увеличение мощности и расширение обслуживаемых территорий, а также появление новых технологий производства, преобразования, транспорта и распределения электрической энергии – все это повышает требования к надежности ЭЭС.

За последние десятилетие введен в действие ряд важнейших документов по инновационному развитию и модернизации электроэнергетики. Опыт отечественный и зарубежный показывает, что путь развития требует высоких затрат и времени на реализацию, но не всегда учитывает реальные процессы, происходящие в России и в мире в целом.

Потери электроэнергии в электрических сетях неизбежны, для достижения наибольшего эффекта снижения потерь в сети необходимо осуществлять своевременные проверки состояния оборудования, его модернизацию, повышать пропускную способность.

С учетом вышесказанного, предлагается для улучшения эффективного функционирования электроэнергетики развивать отрасль, не жалея на это средств, а также модернизировать устаревшее оборудование на работающих электростанциях. Считается также необходимым пересмотр подхода к остановленным электростанциям – возможно, такие электростанции могут еще быть полезными для выработки электроэнергии. Основное внимание при

развитии энергетической инфраструктуры должно быть уделено электроэнергетике Восточной Сибири и Дальнего Востока.

#### Список использованных источников

1. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс]. URL: <http://so-ups.ru/> (дата обращения: 07.11.2019).
2. О единой технической политике в электросетевом комплексе : Положение ПАО «Россети», утв. Советом Директоров ПАО «Россети» (протокол от 22.02.2017 № 252). М., 2017. 195 с. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.mrsk-ural.ru/public/upload/content/files/2019/tech\\_policy2019.pdf](https://www.mrsk-ural.ru/public/upload/content/files/2019/tech_policy2019.pdf) (дата обращения: 20.11.2019)
3. Инструкция по снижению технологического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений И 34-70-030-87 / Всесоюзный научно-технический институт электроэнергетики (ВНИИЭ) и предприятие «Уралтехэнерго» ПО «Союзтехэнерго». М., СПО Союзтехэнерго, 1987. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-dejatelnost/promyshlennost/23/instrukcija-po-raschetu-i-analizu-tehnologicheskogo-rashoda-elektricheskoy-energii-na-pere.html> (дата обращения 20.11.2019)
4. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года : проект, утв. распоряжением Правительства Российской Федерации в сентябре 2015 г. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.energystrategy.ru/ab\\_ins/source/ES-2035\\_09\\_2015.pdf](http://www.energystrategy.ru/ab_ins/source/ES-2035_09_2015.pdf) (дата обращения: 20.11.2019)
5. Бохмат И. С., Воротницкий В. Э., Татаринов Е. П. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах // Электрические станции. 1998. № 9. С. 31–39.